

江越 貴文 論文内容の要旨

主 論 文

Effects of sandblasting, H₂SO₄/HCl etching, and phosphate primer on bond strength of veneering resin composite on commercially pure titanium grade 4

(第4種純チタンと前装用コンポジットレジンの接着強さにおけるサンドブラスト、硫酸/塩酸のエッチング、リン酸エステル系プライマーの効果)

(江越貴文 平 曜輔 添野光洋 澤瀬 隆)
(Dental Materials Journal 掲載予定 時期未定)
[39 ページ]

長崎大学大学院医歯薬学総合研究科医療科学専攻
(主任指導教員：澤瀬 隆教授)

緒 言

冠橋義歯、可撤性義歯、インプラント上部構造のフレームワークとして、軽量で生体親和性に優れたチタンの使用頻度が近年高まっている。また、CAD/CAMにより切削加工されたチタン製インプラント上部構造も臨床に応用されている。チタン製フレームを歯冠色や歯肉色のコンポジットレジンで前装する場合、CAD/CAMではリテンションビーズのような微小機械的維持装置の付与が困難なことが多く、前装材の脱離や破折を防ぐためにはチタンと前装用コンポジットレジンとの強固な接着が必要である。そこで本研究ではサンドブラストと酸処理とプライマーによる表面処理法を組み合わせ、その効果を接着試験によって評価することを目的とした。

材料と方法

被着体として、第4種純チタン（神戸製鋼所）を用いた。被着面を耐水研磨紙#1000で研削、または研削後サンドブラスト処理（0.45 MPa, 15 秒間）を行い、70℃の 45wt% 硫酸と 15wt%塩酸の混合水溶液に 10 分間浸漬し、水洗、乾燥した。それぞれの表面処理後、リン酸エステル系プライマー（エステニア C&B オペークプライマー、クラレノリタケデンタル）を塗布し、前装用オペークレジン（エステニア C&B ボディオペーク OA3）を塗布後 90 秒間光照射し、コンポジットレジン（エステニア C&B デンチンボディ DA3）を前装し、180 秒間光照射し、110℃で 15 分間加熱重合した。コントロールとしてサンドブラスト処理、酸処理、プライマー処理を行わなかった試験片も準備した。試験片作製後 30 分間大気中に放置し、37℃蒸留水中に 24 時間浸漬

後、万能試験機（島津製作所）を用いてクロスヘッドスピード 0.5 mm/min にてせん断接着強さを求めた。試料数各 8 個、有意水準 5% で分散分析と多重比較検定を行った。接着試験後、実体顕微鏡（ニコン）にて 20 倍で試料破断面の観察を行った。

また、①#1000 研削、②#1000 研削と酸処理、③サンドブラスト処理、④サンドブラスト処理と酸処理を施したチタン表面を走査型電子顕微鏡（SEM、日立）にて 8000 倍で観察した。同様の処理を施した試料を準備し、超深度形状測定顕微鏡（キーエンス）を用いて、任意に選んだ 8 か所の平均表面粗さ R_a 、最大高さ R_y 、10 点平均粗さ R_z を測定し、それぞれ有意水準 5% で分散分析と多重比較検定を行った。

結 果

せん断接着強さは、#1000 研削群は②無処理 (7.4 MPa)、⑥プライマー処理 (14.7 MPa)、⑦酸処理 (19.8 MPa)、⑧酸処理とプライマー処理 (24.1 MPa) であった。一方、サンドブラスト処理群は③無処理 (15.6 MPa)、④プライマー処理 (20.3 MPa)、⑤酸処理 (24.6 MPa)、⑥酸処理とプライマー処理 (29.9 MPa) であり、⑥の処理が有意に最も高い値を示した。破壊様式については、③の処理については 8 個中 5 個が界面破壊、3 個が界面破壊とレジン凝集破壊の混合破壊を示し、他の条件では全て混合破壊を示した。

試料表面を SEM で観察した結果、サンドブラスト処理と酸処理を施したチタン表面にのみ数百ナノの微細な凹凸が多数認められた。表面粗さ R_a については①#1000 研削 (0.25 μm)、②#1000 研削と酸処理 (0.83 μm)、③サンドブラスト処理 (1.13 μm)、④サンドブラスト処理と酸処理 (1.29 μm) であり、④の場合に有意に最も大きな値を示した。 R_y は①#1000 研削 (10.58 μm)、②#1000 研削と酸処理 (19.62 μm)、③サンドブラスト処理 (24.36 μm)、④サンドブラスト処理と酸処理 (18.95 μm) であり、③の場合に有意に最も大きな値を示した。 R_z は①#1000 研削 (5.82 μm)、②#1000 研削と酸処理 (17.34 μm)、③サンドブラスト処理 (22.75 μm)、④サンドブラスト処理と酸処理 (18.15 μm) であり、③の場合に有意に最も大きな値を示した。

考 察

接着試験の結果はサンドブラスト処理、酸処理、プライマー処理を併用した場合に最も大きな接着強さを示した。この理由として、サンドブラスト処理と酸処理を併せて行うことでチタン表面に数百ナノサイズの凹凸が多数形成された結果、表面積が拡大しレジンとチタンとの微小機械的維持が増加したと考えられる。さらに、プライマー中のリン酸エステル系モノマーがチタン表面とレジンとの化学的な結合を促進したのではないかと考えられる。

R_a については接着試験の結果と同様に、サンドブラスト処理と酸処理を行った場合に最も大きな値を示したが、 R_y と R_z についてはサンドブラスト処理単独の場合に最も大きな値を示した。これはサンドブラスト処理の後に酸処理を行うことによって比較的高い凹凸のピークが減少して、より細かい凹凸が形成されたことを示唆している。さらに SEM 観察の結果から、酸処理された表面は微細なアンダーカットの多い表面形態になっていることも明らかとなった。

以上より、チタン製フレームの前装用被着面処理として、サンドブラスト、酸処理剤によるエッチング、プライマーの併用効果が示された。